

МЕТОД РАСЧЕТА ПЕРЕРЫВИСТЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Попов И.Г., Шабалин Ю.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Известно, что сопротивление усталости деталей, обработанных шлифованием, в значительной степени зависит от напряженного состояния их поверхностного слоя.

При шлифовании одними из основных причин формирования в поверхностном слое детали остаточных напряжений того или иного знака являются структурные превращения, изменяющие его твердость и удельные объемы.

Известно также, что структурные превращения в металлах происходят в результате их нагрева до определенных температур в течении определенного времени. Поэтому уменьшая количество тепла, уходящего в деталь при шлифовании, можно уменьшить размеры объемов, в которых произошли структурные изменения или избежать этих изменений вообще.

Уменьшение количества тепла, выделяемого при шлифовании, которое уходит в деталь из зоны резания может быть достигнуто за счет интенсификации отвода тепла из этой зоны в шлифовальный круг, в окружающую среду или в охлаждающую жидкость.

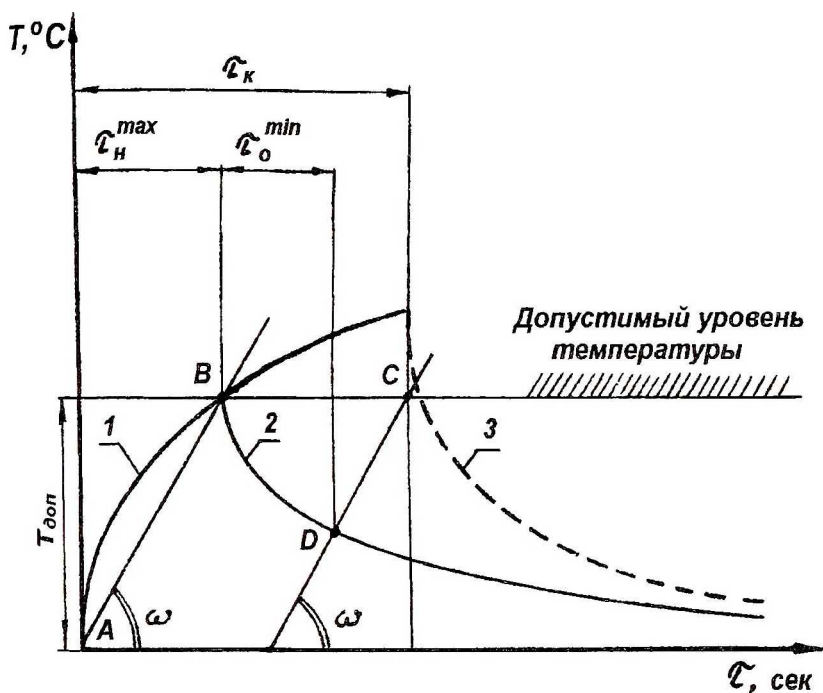
Для достижения этой цели были совмещены эффект, имеющий место при шлифовании кругами с прерывистой рабочей поверхностью и одновременная, принудительная, высокоскоростная подача охлаждающей жидкости в зону резания между режущими элементами абразивного круга.

Применение принудительного охлаждения самой зоны шлифования, а не ее границ во время работы прерывистого абразивного круга, вызвало необходимость учета конвективного теплообмена именно в этой зоне, с целью определения оптимального соотношения времени резания (нагрева) одним режущим элементом ($\tau_{\text{нагр.}}$) и времени охлаждения контактной зоны между соседними режущими элементами ($\tau_{\text{охл.}}$).

Поэтому была разработана математическая модель, которая позволила определять распределение температуры по поверхности детали при работе кругами различных конструкций с различными способами подачи охлаждающей жидкости.

Разработанная математическая модель явилась основой для расчета геометрических параметров режущей поверхности прерывистого абразивного круга.

Графическая иллюстрация этого расчета приведена на рисунке.



τ_k -время контакта круга с элементарным отрезком поверхности детали, с; $T_{\text{доп}}$ -уровень допустимой максимальной температуры, $^\circ\text{C}$;
 τ_H^{\max} -максимально допустимое время нагрева поверхности в контактной зоне, с; τ_O^{\min} -минимально необходимое время охлаждения поверхности в контактной зоне, с;

1-график распределения температуры по поверхности детали в контактной зоне при ее нагреве; 2-график распределения температуры по поверхности детали в контактной зоне при ее охлаждении; 3-график распределения температуры по поверхности детали при ее охлаждении на внеконтактном участке.

Расчет производится в следующей последовательности.

1. Для выбранного режима шлифования и способа подвода охлаждающей жидкости определяются: длина контактной зоны (время контакта круга с элементарным отрезком поверхности детали - τ_k); Закон распределения температуры по поверхности детали при ее

нагреве в контактной зоне (кривая 1); закон распределения температуры по поверхности детали при ее охлаждении в контактной зоне (кривая 2); закон на внеконтактном участке (кривая 3); уровень допустимой максимальной температуры ($T_{\text{доп}}$), при которой в поверхностном слое контактной зоны за время $\tau_{\text{конт.}}$ не произойдут структурные превращения.

2. Рассчитывается максимально допустимое время нагрева ($\tau_{\text{н}}^{\text{max}}$), до уровня допустимой максимальной температуры ($T_{\text{доп}}$), которое определяется точкой (В) пересечения кривой нагрева (кривая 1) с линией уровня допустимой максимальной температуры.

3. Определяется средняя скорость нагрева до уровня допустимой максимальной температуры (характеризуется углом ω).

4. Рассчитывается минимально необходимое время охлаждения зоны контакта ($\tau_{\text{о}}^{\text{min}}$), т.е. время необходимое для охлаждения поверхности детали в контактной зоне до значения температуры, с которого процесс резания может начаться вновь. И какой бы ни была протяженность следующего режущего выступа, зона резания не успеет нагреться до значений температур, превышающих уровень максимально допустимых (не хватит времени контакта). Эта температура определяется точкой **D** на кривой охлаждения (кривая 2). Эта же точка определит и минимально необходимое время охлаждения зоны контакта.

$$5. \text{ Определяется отношение } V = \frac{\tau_{\text{н}}^{\text{max}}}{\tau_{\text{о}}^{\text{min}}}$$

величина которого по результатам исследований профессора А.В. Якимова постоянна для заданных условий.

Имея значение параметра v можно определить протяженность охлаждающей впадины при любом значении протяженности режущего элемента (выступа), не превышающего максимально допустимого.

На основании изложенного выше метода расчета геометрических параметров режущей поверхности прерывистого абразивного круга были спроектированы и изготовлены инструменты для шлифования высокопрочной стали 30ХГСН2А с $\sigma_{\text{в}} \approx 1700$ МПа. Экспериментальные исследования теплонапряженности процесса шлифования этой стали предлагаемыми инструментами показали снижение максимальных значений контактной температуры до значений ниже точки A_{c1} стали 30ХГСН2А. При этом режимы обработки в зависимости от схемы шлифования были увеличены в 1,5...3 раза.